



Erfindungspatent für die Schweiz und Liechtenstein  
Schweizerisch-Liechtensteiner Patentschutzvertrag vom 22. Dezember 1978

12 PATENTSCHRIFT A5

21 Gesuchsnummer: 2901/91

73 Inhaber:  
Vibro-Meter AG, Fribourg

22 Anmeldungsdatum: 01.10.1991

72 Erfinder:  
Müller, Pierre-Yves, Rossens FR

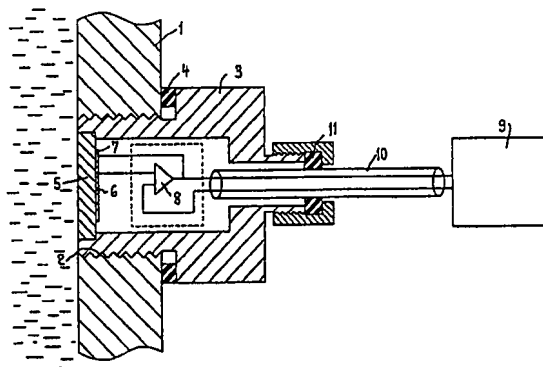
24 Patent erteilt: 28.02.1994

45 Patentschrift  
veröffentlicht: 28.02.1994

74 Vertreter:  
Ammann Patentanwälte AG Bern, Bern

54 Verfahren und Flüssigkeitsdetektor zur Erfassung der Anwesenheit, des Standes oder des Zustandes einer Flüssigkeit.

57 In die Gefäßwand (1) ist bündig eine Membran (5) eingesetzt, die mittels piezoelektrischer Wandler (6, 7) und eines Verstärkers (8) zur Schwingung mit Eigenfrequenz angeregt wird. Wenn die Membran von Flüssigkeit bedeckt wird, sinkt die Frequenz, was mittels der Auswertungsschaltung (9) erfasst wird. Die Membran ist unempfindlich gegen Verschmutzung durch Feststoffanteile der Flüssigkeit und erlaubt doch eine genaue und zuverlässige Erfassung des Flüssigkeitsstandes bzw. der Anwesenheit von Flüssigkeit oder von Eigenschaften derselben.



## Beschreibung

Zur Erfassung der Anwesenheit von Flüssigkeit bzw. eines Niveaus in einem Gefäss sind Flüssigkeitsdetektoren bekannt, die in die Flüssigkeit eintauchen. Die CH-A 665 904 zeigt z.B. einen Füllstandsdetektor, der als Schwinger in der Art einer Stimmgabel ausgebildet ist und in ein Gefäss eingesetzt ist. Aus der Frequenz bzw. Frequenzänderung des Schwingers wird darauf geschlossen, ob er in Flüssigkeit eintaucht oder nicht. Es sind auch andere, ähnliche Detektoren oder Schwimmerschalter bekannt, die in den Gefässraum einragen. All diese Geräte haben den Nachteil, dass das Messelement schwer zu reinigen ist, und dass eventuell in der Flüssigkeit vorhandene kolloidale Teile oder Fasern den Mechanismus verstopfen und zum Ausfall oder zur Verfälschung der Messung führen können.

Es sind auch Ultraschalldetektoren bekannt, die an der Aussenseite eines Gefässes angebracht werden können (CH-A 635 676). In diesem Falle können zwar die oben erwähnten Nachteile nicht auftreten, aber die Empfindlichkeit und Messgenauigkeit ist gering. Insbesondere stellt die korrekte Ankoppelung eines Ultraschalldetektors im industriellen Bereich ein Problem dar.

Ziel vorliegender Erfindung ist es, eine genaue Anwesenheits- bzw. Niveaufassung oder die Beurteilung von Eigenschaften der Flüssigkeit ohne störende Einflüsse der Flüssigkeit oder der Umgebung zu ermöglichen. Dieses Ziel wird gemäss den Ansprüchen 1 und 4 erreicht. Die Membran kann keinesfalls verstopft werden, und sie kann nötigenfalls leicht gereinigt werden. Sie kann vorzugsweise relativ kleine Abmessungen aufweisen und somit rasch und empfindlich reagieren, wenn die Flüssigkeit sie zu bedecken beginnt. Die Eigenfrequenz der Membran kann in einem günstigen Bereiche gewählt werden, in welchem kaum äussere Störeinflüsse zu erwarten sind.

Die Erfindung wird nun anhand eines in der Zeichnung dargestellten Ausführungsbeispiels näher erläutert.

Die Wand 1 eines Gefässes, das ein Behälter oder eine Leitung sein kann, weist eine mit Gewinde versehene Öffnung 2 auf, in die das Gehäuse 3 des erfindungsgemässen Flüssigkeitsdetektors eingeschraubt ist. Eine Dichtung 4 dient der dichten Verbindung zwischen Gefässwand und Detektorgehäuse. Die Innenfläche des Gehäuses 3 sowie eine in dieselbe eingesetzte Membran 5 liegen bündig in der Innenfläche der Gefässwand 1. An der Innenseite der Membran 5 sind zwei piezoelektrische Wandler angebracht, nämlich ein kreisförmiger, innerer Wandler 6 und ein denselben ringförmig umgebender Wandler 7. Der Wandler 6 ist mit einem Eingang, der Wandler 7 mit dem Ausgang eines Verstärkers 8 verbunden. Ein weiterer Eingang des Verstärkers und sein Ausgang sind über ein abgeschirmtes Kabel 10 mit der Elektronik 9 verbunden, die unter anderem einen Frequenzdiskriminator aufweist. Das Kabel 10 ist mittels einer Dichtung 11 dicht in das Gehäuse 3 eingeführt.

Wenn der Verstärker 8 über eine nicht dargestellte Leitung gespeist wird, regt er über den Wandler

7 und den Rückkopplungswandler 6 die Membran 5 zur Schwingung mit ihrer Eigenfrequenz an. Die Membran kann z.B. aus rostfreiem Stahl bestehen und einen Durchmesser von etwa 15 mm und eine Stärke von etwa 2 mm aufweisen. Ihre Eigenfrequenz liegt dann im Bereiche von etwa 30 bis 40 kHz. Diese Frequenz ist ideal, da sie einerseits weit höher liegt als zu erwartende Störgeräusche, wie sie durch Druckschwankungen in der Flüssigkeit oder durch Strömungsvibrationen oder aber äussere Störvibrationen auftreten können. Andererseits liegt diese Frequenz wesentlich tiefer als Frequenzen von elektromagnetischen Störfeldern. Es ist somit möglich, mit einfachen Mitteln ein äusserst störungsunempfindliches und doch für die zu erfassende Grösse empfindliches Gerät zu bauen. Die Abmessung der Membran von nur etwa 15 mm führt dazu, dass das Gerät schnell anspricht, wenn Flüssigkeit die Membran 5 zu bedecken beginnt. Die die Membran bedeckende Flüssigkeit bewirkt ein Absinken der Frequenz, was durch den erwähnten Diskriminator ermittelt wird. Es wird dann ein Ausgangssignal erzeugt, das anzeigt, dass der Flüssigkeitsstand erreicht ist, und es kann z.B. die Flüssigkeitszufuhr unterbrochen werden. Es kann aber auch ermittelt werden, wann keine Flüssigkeit mehr an der Membran liegt, und es kann entsprechend z.B. die Zufuhr eingeleitet werden. Es ist aber auch möglich, den Detektor zur eigentlichen Niveaumessung zu verwenden, indem die Änderung der Frequenz erfasst und damit nicht nur die Anwesenheit oder Abwesenheit von Flüssigkeit, sondern deren wirklicher Stand ermittelt wird. In diesem Falle kann die Membran grössere Abmessungen aufweisen. Die Schwingung der Membran kann auch in anderer Weise angeregt werden, z.B. mittels elektromagnetischer Wandler. Die Membran kann vorzugsweise in eine vertikal orientierte Gefässwand eingesetzt werden, von welcher die Flüssigkeit selbständig abfliessen kann. Obwohl die Membran vorzugsweise bündig in eine Gefässwand eingesetzt sein kann, ist es auch möglich, ein in den Gefässraum einbringbares Messgerät vorzusehen, dessen eine Wand als Membran ausgebildet ist. Die Erfassung der Frequenz bzw. Frequenzänderung der Membranschwingung ist zuverlässig und empfindlich, aber es wäre auch möglich, die Schwingungsamplitude zu erfassen und daraus auf die Anwesenheit bzw. Abwesenheit oder den Stand der Flüssigkeit zu schliessen. Die Membran 5 wird vorzugsweise eben ausgeführt und in eine ebene Gefässwand eingesetzt. Es ist aber auch möglich, eine unebene Membran vorzusehen, die in eine entsprechend unebene Gefässwand bündig eingesetzt ist.

Wenn der Einfluss des Mediums auf die Frequenz und Amplitude der Schwingung zugleich in Betracht gezogen wird, können Aussagen über gewisse Eigenschaften des Mediums gemacht werden. So kann z.B. die Dichte, die Viskosität, das Vorhandensein von Einschlüssen wie Gasblasen, Feststoffanteilen und dergleichen beurteilt werden. Es ist ferner möglich, bleibende Ablagerungen an der Membran bei Abwesenheit von Flüssigkeit festzustellen und damit z.B. zu beurteilen, wann eine Reinigung des Gefässes erforderlich ist.

## Beschreibung

Zur Erfassung der Anwesenheit von Flüssigkeit bzw. eines Niveaus in einem Gefäss sind Flüssigkeitsdetektoren bekannt, die in die Flüssigkeit eintauchen. Die CH-A 665 904 zeigt z.B. einen Füllstandsdetektor, der als Schwinger in der Art einer Stimmgabel ausgebildet ist und in ein Gefäss eingesetzt ist. Aus der Frequenz bzw. Frequenzänderung des Schwingers wird darauf geschlossen, ob er in Flüssigkeit eintaucht oder nicht. Es sind auch andere, ähnliche Detektoren oder Schwimmerschalter bekannt, die in den Gefässraum einragen. All diese Geräte haben den Nachteil, dass das Messelement schwer zu reinigen ist, und dass eventuell in der Flüssigkeit vorhandene kolloidale Teile oder Fasern den Mechanismus verstopfen und zum Ausfall oder zur Verfälschung der Messung führen können.

Es sind auch Ultraschalldetektoren bekannt, die an der Aussenseite eines Gefässes angebracht werden können (CH-A 635 676). In diesem Falle können zwar die oben erwähnten Nachteile nicht auftreten, aber die Empfindlichkeit und Messgenauigkeit ist gering. Insbesondere stellt die korrekte Ankoppelung eines Ultraschalldetektors im industriellen Bereich ein Problem dar.

Ziel vorliegender Erfindung ist es, eine genaue Anwesenheits- bzw. Niveauerfassung oder die Beurteilung von Eigenschaften der Flüssigkeit ohne störende Einflüsse der Flüssigkeit oder der Umgebung zu ermöglichen. Dieses Ziel wird gemäss den Ansprüchen 1 und 4 erreicht. Die Membran kann keinesfalls verstopft werden, und sie kann nötigenfalls leicht gereinigt werden. Sie kann vorzugsweise relativ kleine Abmessungen aufweisen und somit rasch und empfindlich reagieren, wenn die Flüssigkeit sie zu bedecken beginnt. Die Eigenfrequenz der Membran kann in einem günstigen Bereiche gewählt werden, in welchem kaum äussere Störeinflüsse zu erwarten sind.

Die Erfindung wird nun anhand eines in der Zeichnung dargestellten Ausführungsbeispiels näher erläutert.

Die Wand 1 eines Gefässes, das ein Behälter oder eine Leitung sein kann, weist eine mit Gewinde versehene Öffnung 2 auf, in die das Gehäuse 3 des erfindungsgemässen Flüssigkeitsdetektors eingeschraubt ist. Eine Dichtung 4 dient der dichten Verbindung zwischen Gefässwand und Detektorgehäuse. Die Innenfläche des Gehäuses 3 sowie eine in dieselbe eingesetzte Membran 5 liegen bündig in der Innenfläche der Gefässwand 1. An der Innenseite der Membran 5 sind zwei piezoelektrische Wandler angebracht, nämlich ein kreisförmiger, innerer Wandler 6 und ein denselben ringförmig umgebender Wandler 7. Der Wandler 6 ist mit einem Eingang, der Wandler 7 mit dem Ausgang eines Verstärkers 8 verbunden. Ein weiterer Eingang des Verstärkers und sein Ausgang sind über ein abgeschirmtes Kabel 10 mit der Elektronik 9 verbunden, die unter anderem einen Frequenzdiskriminator aufweist. Das Kabel 10 ist mittels einer Dichtung 11 dicht in das Gehäuse 3 eingeführt.

Wenn der Verstärker 8 über eine nicht dargestellte Leitung gespeist wird, regt er über den Wandler

7 und den Rückkopplungswandler 6 die Membran 5 zur Schwingung mit ihrer Eigenfrequenz an. Die Membran kann z.B. aus rostfreiem Stahl bestehen und einen Durchmesser von etwa 15 mm und eine Stärke von etwa 2 mm aufweisen. Ihre Eigenfrequenz liegt dann im Bereiche von etwa 30 bis 40 kHz. Diese Frequenz ist ideal, da sie einerseits weit höher liegt als zu erwartende Störgeräusche, wie sie durch Druckschwankungen in der Flüssigkeit oder durch Strömungsvibrationen oder aber äussere Störvibrationen auftreten können. Andererseits liegt diese Frequenz wesentlich tiefer als Frequenzen von elektromagnetischen Störfeldern. Es ist somit möglich, mit einfachen Mitteln ein äusserst störungsunempfindliches und doch für die zu erfassende Grösse empfindliches Gerät zu bauen. Die Abmessung der Membran von nur etwa 15 mm führt dazu, dass das Gerät schnell anspricht, wenn Flüssigkeit die Membran 5 zu bedecken beginnt. Die die Membran bedeckende Flüssigkeit bewirkt ein Absinken der Frequenz, was durch den erwähnten Diskriminator ermittelt wird. Es wird dann ein Ausgangssignal erzeugt, das anzeigt, dass der Flüssigkeitsstand erreicht ist, und es kann z.B. die Flüssigkeitszufuhr unterbrochen werden. Es kann aber auch ermittelt werden, wann keine Flüssigkeit mehr an der Membran liegt, und es kann entsprechend z.B. die Zufuhr eingeleitet werden. Es ist aber auch möglich, den Detektor zur eigentlichen Niveaumessung zu verwenden, indem die Änderung der Frequenz erfasst und damit nicht nur die Anwesenheit oder Abwesenheit von Flüssigkeit, sondern deren wirklicher Stand ermittelt wird. In diesem Falle kann die Membran grössere Abmessungen aufweisen. Die Schwingung der Membran kann auch in anderer Weise angeregt werden, z.B. mittels elektromagnetischer Wandler. Die Membran kann vorzugsweise in eine vertikal orientierte Gefässwand eingesetzt werden, von welcher die Flüssigkeit selbständig abfließen kann. Obwohl die Membran vorzugsweise bündig in eine Gefässwand eingesetzt sein kann, ist es auch möglich, ein in den Gefässraum einbringbares Messgerät vorzusehen, dessen eine Wand als Membran ausgebildet ist. Die Erfassung der Frequenz bzw. Frequenzänderung der Membranschwingung ist zuverlässig und empfindlich, aber es wäre auch möglich, die Schwingungsamplitude zu erfassen und daraus auf die Anwesenheit bzw. Abwesenheit oder den Stand der Flüssigkeit zu schliessen. Die Membran 5 wird vorzugsweise eben ausgeführt und in eine ebene Gefässwand eingesetzt. Es ist aber auch möglich, eine unebene Membran vorzusehen, die in eine entsprechend unebene Gefässwand bündig eingesetzt ist.

Wenn der Einfluss des Mediums auf die Frequenz und Amplitude der Schwingung zugleich in Betracht gezogen wird, können Aussagen über gewisse Eigenschaften des Mediums gemacht werden. So kann z.B. die Dichte, die Viskosität, das Vorhandensein von Einschlüssen wie Gasblasen, Feststoffanteilen und dergleichen beurteilt werden. Es ist ferner möglich, bleibende Ablagerungen an der Membran bei Abwesenheit von Flüssigkeit festzustellen und damit z.B. zu beurteilen, wann eine Reinigung des Gefässes erforderlich ist.

## Patentansprüche

1. Verfahren zur Erfassung der Anwesenheit oder des Standes oder Zustandes einer Flüssigkeit, dadurch gekennzeichnet, dass man eine der Flüssigkeit ausgesetzte Membran mit ihrer Eigenfrequenz zur Schwingung anregt und aus der ermittelten Frequenz bzw. Frequenzänderung und/oder Amplitude bzw. Amplitudenänderung auf die Anwesenheit bzw. Abwesenheit, den Stand oder den Zustand der Flüssigkeit schliesst. 5 10
2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass man eine Eigenfrequenz im Bereiche von etwa 30 bis 40 kHz wählt.
3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass man aus dem Einfluss auf die Frequenz und Amplitude auf bestimmte Eigenschaften des Mediums, z.B. auf seine Dichte oder Viskosität oder auf Feststoffeinschlüsse, oder aber auf Anlagerungen an der Membran schliesst. 15 20
4. Flüssigkeitsdetektor an einem Gefäss, zur Durchführung des Verfahrens nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass eine Membran (5) bündig in die Gefässwand (1) eingesetzt ist, dass Mittel (6, 7, 8) zur Anregung der Membran zur Schwingung mit Eigenfrequenz sowie Mittel (9) zur Erfassung der Frequenz und/oder Amplitude oder von Änderungen derselben vorgesehen sind. 25
5. Detektor nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, dass die Membran (5) aus rostfreiem Stahl besteht. 30
6. Detektor nach Anspruch 4 oder 5, dadurch gekennzeichnet, dass die Eigenfrequenz über den zu erwartenden Grundfrequenzen von störenden Umwelteinflüssen wie Pumpenschwingungen, Vibrationen und akustischen Schwingungen liegt. 35
7. Detektor nach einem der Ansprüche 4 bis 6, dadurch gekennzeichnet, dass auf der Membran (5) piezoelektrische Wandler (6, 7) angebracht sind, die mit dem Eingang bzw. Ausgang eines Verstärkers (8) verbunden sind. 40

45

50

55

60

65

**Patentansprüche**

1. Verfahren zur Erfassung der Anwesenheit oder des Standes oder Zustandes einer Flüssigkeit, dadurch gekennzeichnet, dass man eine der Flüssigkeit ausgesetzte Membran mit ihrer Eigenfrequenz zur Schwingung anregt und aus der ermittelten Frequenz bzw. Frequenzänderung und/oder Amplitude bzw. Amplitudenänderung auf die Anwesenheit bzw. Abwesenheit, den Stand oder den Zustand der Flüssigkeit schliesst. 5 10
2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass man eine Eigenfrequenz im Bereiche von etwa 30 bis 40 kHz wählt.
3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass man aus dem Einfluss auf die Frequenz und Amplitude auf bestimmte Eigenschaften des Mediums, z.B. auf seine Dichte oder Viskosität oder auf Feststoffeinschlüsse, oder aber auf Anlagerungen an der Membran schliesst. 15 20
4. Flüssigkeitsdetektor an einem Gefäss, zur Durchführung des Verfahrens nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass eine Membran (5) bündig in die Gefässwand (1) eingesetzt ist, dass Mittel (6, 7, 8) zur Anregung der Membran zur Schwingung mit Eigenfrequenz sowie Mittel (9) zur Erfassung der Frequenz und/oder Amplitude oder von Änderungen derselben vorgesehen sind. 25
5. Detektor nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, dass die Membran (5) aus rostfreiem Stahl besteht. 30
6. Detektor nach Anspruch 4 oder 5, dadurch gekennzeichnet, dass die Eigenfrequenz über den zu erwartenden Grundfrequenzen von störenden Umwelteinflüssen wie Pumpenschwingungen, Vibrationen und akustischen Schwingungen liegt. 35
7. Detektor nach einem der Ansprüche 4 bis 6, dadurch gekennzeichnet, dass auf der Membran (5) piezoelektrische Wandler (6, 7) angebracht sind, die mit dem Eingang bzw. Ausgang eines Verstärkers (8) verbunden sind. 40

45

50

55

60

65

